

UNIVERSITÉ DE GENÈVE
FACULTÉ DES SCIENCES LABORATOIRE DE CHIMIE THÉORIQUE ET TECHNIQUE
Professeur : M. PH. A. GUYE

RECHERCHES SUR LES PRODUITS
OBTENUS PAR LA
PYROGÉNATION DU PÉTROLE BRUT

DE

BUȘTENARI (ROUMANIE) ET DE SES DÉRIVÉS

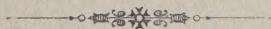
THÈSE

PRÉSENTÉE A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE L'UNIVERSITÉ DE GENÈVE
POUR L'OBTENTION DU GRADE DE DOCTEUR ÈS SCIENCES

PAR

CONSTANTIN PETRONI

CHIMISTE À L'INSTITUT GÉOLOGIQUE DE BUCAREST (ROUMANIE)



Thèse No. 515

BUCAREST

Inst. d'Arts Graphiques CAROL GÖBL, S-seur Ion St. Rasidescu
16, Rue Paris, 16

1914.

36,590.

UNIVERSITÉ DE GENÈVE
FACULTÉ DES SCIENCES LABORATOIRE DE CHIMIE THÉORIQUE ET TECHNIQUE
Professeur : M. PH. A. GUYE

RECHERCHES SUR LES PRODUITS
OBTENUS PAR LA
PYROGÉNATION DU PÉTROLE BRUT

DE

BUȘTENARI (ROUMANIE) ET DE SES DÉRIVÉS



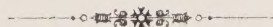
THÈSE

PRÉSENTÉE A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE L'UNIVERSITÉ DE GENÈVE
POUR L'OBTENTION DU GRADE DE DOCTEUR ÈS SCIENCES

PAR

CONSTANTIN PETRONI

CHIMISTE À L'INSTITUT GÉOLOGIQUE DE BUCAREST (ROUMANIE)



Thèse No. 515

BUCAREST

Inst. d'Arts Graphiques CAROL GÖBL, S-seur Ion St. Rasidescu
16, Rue Paris, 16

1914.

UNIVERSITÉ DE GENÈVE

FACULTÉ DES SCIENCES

La Faculté des sciences sur le préavis de M. le Prof. PH. A. GUYE autorise l'impression de la thèse présentée par M. CONSTANTIN PETRONI, intitulée: **Recherches sur les produits obtenus par la pyrogénéation du pétrole brut de Buştenari (Roumanie) et de ses dérivés.**

Sans exprimer d'opinion sur les propositions qui y sont énoncées.

Genève, le 18 Juin 1913.

No. 515

Le Doyen.
C. E. GUYE.

*A ma chère et fidèle Compagne et
à mon petit Radou*

Témoignage de mon amour et dévouement.

Mes profonds remerciements à MM.

Dr. Louis Mrazec

*Professeur à l'Université de Bucarest. Directeur de l'Institut
Géologique de Roumanie. M. A. R.*

Dr. Ph. A. Guye

Professeur à l'Université de Genève.

Dr. L. Edeleano

*Chef de laboratoire de chimie de l'Institut Géologique
de Roumanie.*

*Pour l'appui moral qu'ils m'ont donné et les
bons conseils qu'ils m'ont prodigué.*

RECHERCHES SUR LES PRODUITS
OBTENUS PAR LA
PYROGÉNATION DU PÉTROLE BRUT
DE
BUȘTENARI (ROUMANIE) ET DE SES DÉRIVÉS



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41545902_0057

AUTEURS CONSULTÉS

- LUNGE G. Traité de la distillation du goudron de houille et du traitement de l'eau amoniacal. Paris. Masson et C^{nie}.
- BEILSTEIN F. Handbuch der organischen Chemie. Vol. II.
- BERTHELOT M. Action de la chaleur sur la benzine et sur les carbures analogues C. Rend. Vol. 63.
- LETNY AL. Ueber die Zersetzung des Petroleum und des Braunkohlentheers durch Überhitzen. Berichte, 11; 1210.
- LIEBERMAN u. O. BURG. Ueber die Zersetzung des Braunkohlentheeröls in der Glühhitze. Berichte. 11; 723.
- MARKOWNIKOFF W. Neuer Bestand der Kaukas-Naphta; Berichte. 1, 30; 674.
- BERTHELOT M. Best. d. Benzol im Leuchtgas. Berichte, R, 22; 275.
- HLAWATY F. Petroleum-Schiefetheer. Berichte, R, 23; 438.
- A. NIKIFOROW. Gewinnung von Benzol aus Erdöl und Erdölrückstände. Russ. P; 290. 1894, 31 Dec.
- HEUSLER FR. Ueber die Zusammensetzung der Schotischen Schiefertheeröle, ein Beitrag zur Theorie der Theerbildung. Berichte 30; 2743.
- AHRENS F. B. Octane aus Steinkohlenölen. Berichte, 40, 1; 848.
- DILTHEY W. Trockn. Destilat; fettsaure Salze, Berichte, 34, 2; 2115.
- ENGLER C. u. SCHMANN TH. Bildung von Olefinen, Naphtenen und Benzol, Kohlenwasserstoffen durch Destillation der Fette unter Überdruck. Berichte, 30, 2; 2365.
- KRÄMER G. und SPILKER A. Zersetz. viscoser Körper (Schmieröle) durch Destillat. und Druck. Berichte, 33, 2; 2265.
- KUSNETZOW M. Zersetzung gasförmiger Kohlenwasserstoffe bei Glühhitze mit fein verteiltem Aluminium. Berichte, 40, 3; 2871.
- IPATIEW. W. Katalyt.-Reakt. bei hoh. Temp. u. Druck. Berichte, 41, 1; 991.
- IPATIEW W; IAKOWLEW, W. RAKITIN. Idem. Berichte, 41, 1; 996.
- SCHULTZ G. Bestandteile d. Steinkohlentheers. Berichte 42, 2; 2632.
- SCHULTZ G. Die Chemie des Steinkohlentheers.
- ÉDELEANU L., TĂNĂSESCU I., PETRONI C. Le Pétrole roumain. Bukarest 1907.
- C. GRAEBE. Ueber Synthese des Phenanthrens aus Toluol. Berichte, 1874, 7; 48.
- LISENKO H. Durchleiten des Kaukasischen Petroleum durch glühende Röhren. Berichte, 1870, 11, 342.
- SALZMANN und WICHELHAUS. Ueber die Zersetzung des Braunkohlentheeröls in der Glühhitze. Ber. 1879/802.
- Dr. ROSENFELD. Technische Untersuchungen über Rumänisches Petroleum. Com. au III. Congr. du Pétrole 1907. Bukarest.

RECHERCHES SUR LES PRODUITS
OBTENUS PAR LA
PYROGÉNATION DU PÉTROLE BRUT
DE
BUȘTENARI (ROUMANIE) ET DE SES DERIVÉS
PAR
C. PETRONI

INTRODUCTION.

On extrait actuellement les hydrocarbures aromatiques de la série du benzole, ainsi que ceux de la série de la naphthaline et de l'anthracène, par la distillation fractionnée des goudrons qui proviennent de la distillation sèche de la houille. La production de ces hydrocarbures a pris dans ces derniers temps un grand développement, par le fait qu'ils forment la base de presque toutes les matières colorantes, et d'un grand nombre d'autres produits qui se trouvent dans l'industrie.

Les charbons, connus sous le nom de houille, étant le produit de la carbonisation lente des plantes fossiles, contiennent outre le carbone, une grande quantité d'hydrocarbures solides, d'une constitution complexe et très riches en carbone. Ces hydrocarbures, par la distillation sèche à l'abri de l'air, et par le contact avec les parois chauffées au rouge de la cornue, subissent une transformation importante. Leurs molécules sont désagregées et sous l'influence de la haute température elle perdent en partie leurs hydrogène, se carbonisent et se condensent. Ces trois phénomènes dans leurs ensemble donnent naissance à des hydrocarbures ayant un poids moléculaire plus petit, mais plus stable.

L'hydrogène mis en liberté, avec les hydrocarbures gazeux à la température ordinaire, le bioxyde de soufre, l'hydrogène sulfuré, l'oxyde de carbone, l'anhydride carbonique et l'ammoniaque constituent le gaz d'éclairage brut. Les hydrocarbures liquides, qui contiennent en dissolution

les hydrocarbures solides, ainsi qu'une partie du carbone en suspension entraîné pendant la distillation, constituent le goudron; pendant que dans la cornue il reste un produit solide et poreux adhérant aux parois, composé principalement de carbone.

En général toutes les substances organiques par l'action des températures élevées à l'abri du contact de l'air, subissent cette transformation, il est bien entendu que la composition chimique des produits obtenus, varie selon la nature du corps organique décomposé. Les conditions dans lesquelles cette décomposition pyrogénique a lieu, influence aussi beaucoup sur la composition du goudron obtenu. Ainsi la houille quand elle est distillée à des températures plus élevées donne un goudron riche en hydrocarbures aromatiques, mais si la température est basse, il se produit alors, des hydrocarbures paraphéniques, ce qui prouve que les hydrocarbures aromatiques ont une constitution plus stable.

Déjà en 1866 M. BERTHELOT, par une communication faite à l'Académie des sciences de Paris, a montré les produits qu'on peut obtenir au moyen de l'action pyrogénique sur les hydrocarbures aromatiques. Dans cette réaction les hydrocarbures se condensent avec perte d'hydrogène, phénomène qui peut être comparé à l'action de substitution de l'hydrogène par un autre radical aromatique. A fin de mettre ceci en évidence, BERTHELOT a fait passer à travers un tube de porcelaine chauffé au rouge vif, du benzol pur. Le produit principal de cette réaction a été le diphényl. Entre le benzol qui passe inaltéré à 80° et le diphényl, qui a un point d'ébullition de 254°, il n'existe pas de corps ayant un point d'ébullition intermédiaire. A partir de 360° il distille un hydrocarbure qui a l'aspect de la cire jaune peu soluble dans l'alcool, et que BERTHELOT a nommé crysène. Après le crysène il passe un hydrocarbure jaune orange insoluble dans l'alcool, et dans la cornue rest un résidu noir et cassant; un fait à remarquer c'est que dans cette réaction il ne s'est pas formé de la naphthaline ni d'anthracène pas même en petite quantité. En faisant la même réaction avec le toluen, il a obtenu du benzol en assez grande quantité et de l'anthracène. BERTHELOT a déduit de cette expérience que l'anthracène et la naphthaline ont besoin pour prendre naissance, d'un radical méthyl, qui en se séparant du noyau benzénique et ensuite en se polymérisant, donne naissance aux hydrocarbures aromatiques à noyaux condensés. Or, ce méthyl avant de se transformer en naphthaline et anthracène, a dû se déshydrogéner.

Il reste à savoir si cette transformation a été simultané, ou s'il s'est formé en premier lieu l'acétylène qui en se polymérisant à son tour a donné la naphthaline et l'anthracène. D'après l'analyse du gaz que j'ai obtenue par la pyrogénéation du pétrole et de ses dérivés, j'ai constaté la présence de l'acétylène. Ceci m'a fait croire que la transformation

a été successive, et que la présence de l'acétylène dans la composition du gaz, est due à l'entraînement des autres gaz, de la partie non polymérisé.

En continuant la série des recherches dans cette direction, BERTHELOT a fait passer en même temps à travers des tubes chauffés à blanc, du benzol et de l'éthylène, et en a obtenu le styrène la naphthaline et l'anthracène, ainsi que d'autres hydrocarbures plus complexe. De ces expériences même, on voit que la production des hydrocarbures à noyaux condensés est due à l'éthylène, qui se substitue à l'hydrogène du noyau, en donnant des hydrocarbures à chaînes latérales qui sont aptes à toutes les formes de condensation. La même chose, en dissociant le styrène avec le benzol, l'éthylène avec le crysène, BERTHELOT a obtenu des goudrons dans lesquels l'anthracène est le produit principal.

On déduit de ces expériences que ce sont les hydrocarbures à chaîne ouverte qui jouent le rôle principal à la formation des différents hydrocarbures à noyaux condensés, et qu'ils sont les plus susceptibles de se transformer en hydrocarbures aromatiques par la pyrogénéation.

LÉTNY en étudiant l'action pyrogène sur les hydrocarbures du pétrole, s'est servi dans ses recherches des restes de pétrole de Baku, ayant, un poids spécifique de 0,870 et un point d'ébullition initial de 270°. LÉTNY a dissocié ce résidu dans une cornue, rougie au feu, d'une longueur de sept pieds et d'un diamètre de un pied. Le col de la cornue était rempli de charbon de bois, et le bout de la cornue communiquait avec une série de vases dans lesquels se condensaient les produits obtenus par ce moyen de pyrogénéation. Dans le vase le plus rapproché du col de la cornue, il s'est condensé un goudron dont la densité était de 1,012 et qui entraînait en ébullition à 125°. Dans les autres vases, se condensaient les produits plus volatiles, tandis que le gaz était capté dans un gazomètre. Le goudron du premier vase était dissocié à nouveau et transformé par cela en un goudron visqueux d'une densité de 1,207 et à point d'ébullition initial de 80°. La baisse du point d'ébullition et la hausse de la densité peuvent être expliquées par le fait, que par une nouvelle pyrogénéation il s'est formé de nouvelles quantités de benzol, et la quantité d'hydrocarbures riches en carbone a augmenté.

Par la distillation sèche de ce goudron on en a obtenu.

Jusqu'à 200	13,9%	{	Eau	2,3%	
			Benzol	4,6%	(jusqu'à 90°)
			Toluen + homol:	5,2%	(» 140°)
De 200°—270°	26,9%	{	Naphthaline et pétrole non décomposé		
De 270°—340°	8,6%				

Au dessus de 340° le produit s'est divisé en trois parts.

a) 12,0%	{	Pétrole non décomposé	9,3%
		Phénanthrène brut	2,7%
		» pur	0,76%
b) 7,5%	{	Pétrole non décomposé	5,2%
		Anthracène brut	2,4%
		» pur	0,8%
c) 8,0%	{	Pétrole non décomposé	6,04%
		Anthracène brut	1,94%
		» pur	1,5%

En modifiant la méthode d'expérimentation, et en faisant passer le résidu de pétrole d'une densité de 0,870 à travers un tube en fer, d'un diamètre de deux pouces et d'une longueur de quatre pieds, rougie au feu, il a obtenu des résultats plus satisfaisants. Dans cette expérience le tube a été aussi préalablement rempli de charbon de bois. LÉTNÝ a déduit de ces expériences, qu'il est plus avantageux de faire passer les résidus à travers des tubes d'un plus petit diamètre. En faisant la comparaison entre les résultats obtenus par la dissociation du même résidu à travers un tube d'un diamètre de deux pouces, il a trouvé que sur 100 gr. de résidu avec le premier tube on obtient 23,9 gr. de goudron de densité 0,80 et 30,1 litres de gaz brûlant avec une flamme fumante, tandis qu'avec celui d'un pouce, on obtient 46,4 gr. de goudron de densité 0,89 et 59 litres de gaz. Il a remarqué en même temps que la présence du charbon au moment de la dissociation est absolument nécessaire, sans quoi le tube se bouche et la dissociation ne marche pas bien. De même la présence du charbon fait que le rendement de goudron est plus grand, et que le gaz brûle avec une flamme lumineuse qui ne fume pas. Afin de compléter cette expérience, LÉTNÝ a fait passer du pétrole à travers des tubes étroits, et dans le goudron ainsi obtenu il n'a trouvé que du benzol, toluol, xilène, cumène et de très petites quantités d'amylène et de hexylène. Il ne s'est pas formé d'hydrocarbures supérieures et solides. Il attribue ce phénomène au fait, que la couche de charbon qui se dépose sur les parois du tube de fer est trop mince, et les vapeurs ne venant pas en contact avec une couche plus épaisse de charbon, ne peuvent former des hydrocarbures supérieurs.

Cette hypothèse de LÉTNÝ n'est pas confirmée, la cause pour laquelle il ne se forme pas d'hydrocarbures supérieurs à noyaux condensés dans les tubes étroits, est que la température à laquelle il a travaillé était trop haute par rapport au diamètre du tube. Il a été prouvé par LIEBERMAN et BURG, et je l'ai constaté par mes propres expériences, que

la présence du charbon dans l'intérieur du tube ne joue aucun rôle et n'a aucune importance au point de vue de la réaction chimique.

LIEBERMAN et BURG en continuant les recherches dans cette direction, ont tâché d'étudier les effets de la pyrogénéation sur les hydrocarbures supérieurs qui se trouvent dans les goudrons par la distillation du lignite supérieur (braunkohle). Ces hydrocarbures n'étaient connus que par analogie avec ceux qui se trouvaient dans les goudrons qu'on obtient par la distillation sèche de la houille, quoiqu'il existe une grande différence entre eux en ce qui concerne la constitution chimique, les hydrocarbures du goudron de lignite étant composés en majeure partie d'hydrocarbures paraphéniques, donc ressemblant d'avantage à ceux qui entrent dans la composition du pétrole, tandis que ceux des goudrons de houille sont en majorité aromatiques.

Dans ce but LIEBERMAN et BURG ont distillé le goudron de braunkohle, et ont obtenu une huile analogue à l'huile de gazéification qu'on extrait du pétrole, sur lequel ils ont fait leurs expériences. Ils ont aussi fait des expériences sur une huile commerciale nommée „Vulcanöl“ et sur le pétrole. Ces dernières expériences ils les ont faites plutôt par simple curiosité.

Pour la dissociation de l'huile de gazéification obtenue des goudrons de braunkohle ils se sont servis d'un tube en fer d'un mètre de longueur et de 3 c. m. de diamètre, qu'ils ont rempli de charbon, et tâchant de la sorte à faire comme LÉTVY, la dissociation de ces hydrocarbures en présence du charbon. LIEBERMAN et BURG ont été conduits à ceci par l'idée que les hydrocarbures en se déshydrogénant par la pyrogénéation, et en venant en contact avec le charbon incandescent, ne perdent pas cet hydrogène, mais au contraire assimileront du carbone, et s'enrichiront de la sorte en goudron. Ils ont remarqué par la suite, que ce charbon ne joue pas un rôle aussi important qu'ils le croyaient, mais qu'il sert plutôt à augmenter la surface de pyrogénéation, en donnant de la sorte de meilleurs résultats. Des expériences faites sur le goudron de braunkohle, ils ont obtenu par la pyrogénéation un goudron analogue à celui qu'on obtient par la distillation de la houille, contenant 4% de benzol et toluol, 0,9% d'anthracène brut et de 56% de gaz.

En ce qui concerne les produits de la pyrogénéation de l'huile „Vulcan“ et du pétrole, LIEBERMAN et BURG disent: qu'il se produit de grandes pertes par la gazéification et que le goudron qu'on en obtient contient des quantités assez importantes de benzol et presque pas d'anthracène.

A. NIKIFOROW, a tâché d'industrialiser ce procédé, d'obtenir des hydrocarbures aromatiques par la dissociation des résidus de pétrole. Dans ce but il a installé une fabrique qui obtenait ces hydrocarbures de la manière suivante: Le pétrole brut ou ses dérivés sont soumis à une

double dissociation et dans des conditions différentes. La première dissociation a lieu dans des cornues en acier de forme semi-ovale, à une température relativement basse 525° — 550° , et à une pression ordinaire. Les cornues sont pourvues d'un tiroir qui sert à faire sortir la partie coksifiée. Le bout de la cornue communique avec une série de vases condensateurs. La marche de la dissociation et de la température est réglée de sorte que les premiers vases condensateurs ne se chauffent pas à plus de 200° ; autrement dit, qu'il se puisse condenser dans ces vases des produits ayant un point d'ébullition au dessus de 200° . Les hydrocarbures qui ne se condensent pas dans ces premiers vases, c'est à dire ceux qui ont un point d'ébullition inférieur à 200° , sont passés à travers un serpentin refroidi, où ils se condensent. Les gaz qui se forment sont recueillis et servent au chauffage des cornues. Les produits qui se condensent sur le serpentin ont une densité moyenne de $0,800$ — $0,810$. Ces produits de condensation sont soumis à une distillation fractionnée, par le fait qu'on recueille les produits qui passent jusqu'à 100° , puis entre 100° — 130° ; 130° — 160° et 160° — 180° . Le résidu restant de ce fractionnement est ajouté au goudron qui s'est condensé dans les premiers vases condensateurs, et seront ensuite travaillés ensemble. Chacune de ces fractions à son tour est dissociée dans des cornues système PINTSCH (qui servent à la fabrication du gaz solaire).

La température de dissociation pour les fractions légères est de 700° , et pour les distillés qui entrent en ébullition à une température plus haute, elle est de 1200° ; la pression est de deux atmosphères.

Les hydrocarbures obtenus par cette deuxième dissociation sont recueillis dans des vases condensateurs à une température de 150° — 200° , de sorte que c'est là que se rassemble la partie la plus lourde du goudron. Les parties plus volatiles se condensent par un refroidisseur; ces parties plus volatiles forment un goudron qui contient jusqu'à 30% de benzol. On recueille de nouveau de ce goudron, par une distillation fractionnée, les produits qui passent à 120° et qui sont nommés benzol brut, et ce qui reste est dissocié à nouveau. On extrait les hydrocarbures solides, la naphthaline et l'anthracène, des goudrons qui se condensent dans les premiers vases. Le rendement total en benzol, de toutes ces opérations est de 12% .

Le Dr. ROSENFELD dans une communication faite au III-me Congrès du pétrole de 1907, a montré les produits de pyrogénéation obtenus par la dissociation des fractions résultantes de la distillation de 10° en 10° du pétrole lampant de Buştenari, connu dans le commerce sous le nom de „Electoral“.

En dissociant successivement ces fractions au moyen d'une tube de fer de $1,40$ m. de longueur, chauffé au rouge, il obtient de grandes quantités de pétrole non décomposé, de la naphthaline et de ses homolo-

gues, ensuite des hydrocarbures solides supérieures, tels le phénanthrène, l'anthracène etc. En ce qui concerne le benzol et ses homologues, il n'en a obtenu qu'en petites quantités.

Des exposés succincts que j'ai fait concernant les travaux les plus importants qui ont été exécutés dans cette direction, on voit que tous ces travaux se sont plutôt bornés à des expériences de laboratoire, sans qu'on en ait des données plus positives qui puissent être utilisées,

L'essai de M. NIKIFOROW d'industrialiser ce procédé n'a pas réussi, probablement à cause de multiples complications du procédé, et peut-être aussi par d'autres raisons d'ordre économique.

Par le nouveau procédé de purification du pétrole lampant à l'aide de bioxyde de soufre liquide, procédé préconisé par Mr. le Dr. L. EDELEANO chef du laboratoire de chimie de l'Institut Géologique de Roumanie, on extrait du distillé lampant entre 27^o/_o-30^o/_o des hydrocarbures aromatique, qui par leur richesse en carbone font que le pétrole lampant d'origine roumaine fume quand on le brûle dans des lampes ordinaires. Les hydrocarbures aromatiques sont composés de xylène et ses homologues supérieurs, on n'en trouve ni benzol ni toluol. Par la distillation fractionnée, ces hydrocarbures donnent jusqu'à 200^o un rendement approximatif de 60^o/_o-65^o/_o. Ce distillé peut être utilisé dans l'industrie comme dissolvant de différentes matières organiques, comme le caoutchouc, la gutta-percha, différentes laques, etc. En outre de cette utilisation, ces hydrocarbures pourraient facilement être transformés par l'action pyrogéniques en hydrocarbures aromatiques à noyaux condensés, qui sont si nécessaires à l'industrie des couleurs.

Basé sur ces considérants, j'ai été chargé par Mr. le Dr. EDELEANO de faire une étude sur les produits de pyrogénéation qu'on peut obtenir de ces hydrocarbures et en même temps d'établir quelles sont les portions de pétrole qui se transforment le plus avantageusement en hydrocarbures aromatiques par l'action pyrogénique.

Le pétrole brut ainsi que les dérivés sur lesquels j'ai expérimenté, m'ont été procurés par Mr. le Dr. EDELEANO de la fabrique «Vega» de Ploesti.

LA PARTIE EXPÉRIMENTALE.

Pour l'obtention des produits de pyrogénéation du pétrole brut et de ses dérivés, je me suis servi de l'appareil suivant: Sur un fourneau de combustion d'un mètre de longueur pourvu de 25 brûleurs FINCKENERS, j'ai posé un tube en fer de 1.60 m. de longueur et d'un diamètre de 2 cm. Le tube était posé de manière à venir en contact direct avec les flammes des brûleurs, le fourneau avait une inclinaison aproximative de 25^o pour faciliter l'écoulement du goudron qui se forme. Le bout in-

férier du tube rentrait dans un ballon pourvu de deux goulots, et le bout supérieur était pourvu d'un entonnoir à robinet, à travers lequel s'égouttait le produit, qui devait être dissocié. Cet entonnoir était adapté de façon à ce que au cas où la pression de l'intérieur du tube deviendrait plus grande que la pression de la colonne de liquide de l'entonnoir, il ne permette pas aux gaz formés de se dégager, évitant ainsi toute perte de gaz.

A l'extrémité inférieure du tube, l'un des goulots du ballon communiquait avec un flacon laveur, qui contenait un hydrocarbure lourd ayant le point d'ébullition initial à 250°. A son tour, ce flacon laveur, communiquait avec un gazomètre.

Le gaz qui se produisait, brûlait dans un brûleur Teclu. Le ballon à deux goulots dans lequel s'amassait le goudron, était refroidi dans de l'eau, afin de condenser les hydrocarbures formés.

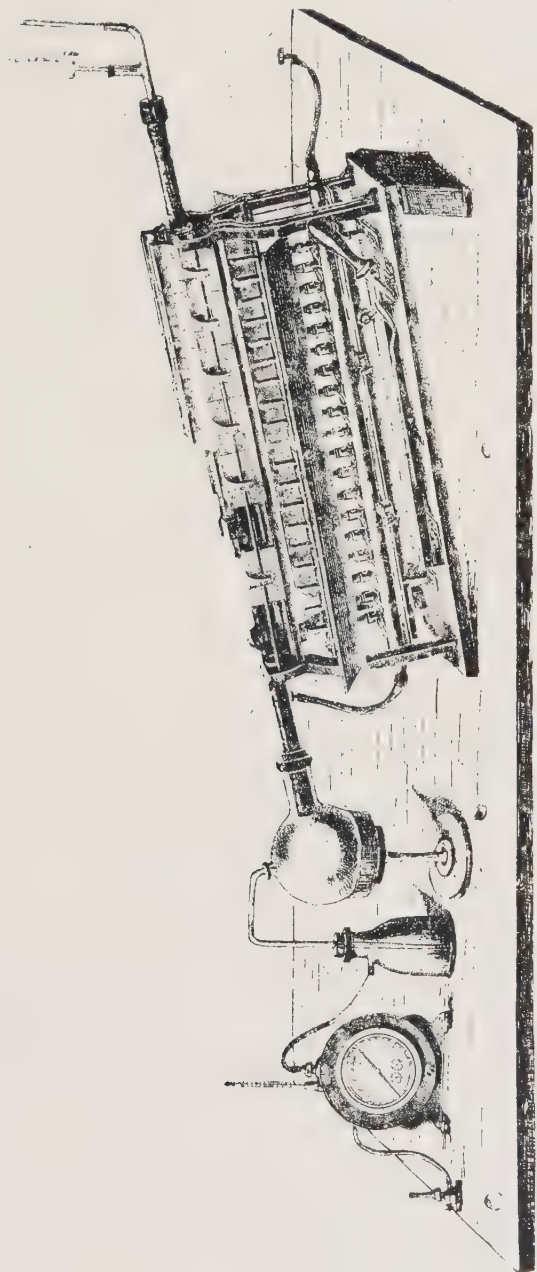
Les hydrocarbures liquides entraînés par le gaz et qui ne se condensaient pas dans le premier ballon, étaient retenus par le flacon laveur contenant le hydrocarbure lourd, dans lequel ils se dissolvaient. Ce liquide dissolvant, était renouvelé à chaque 200 gr. d'hydrocarbures dissociés, L'huile qui contenait en dissolution les hydrocarbures qui ne s'étaient pas condensés dans le ballon, était distillée, premièrement, dans un ballon de fractionnement, en en recueillant les produits qui passent jusqu'à 200°, ensuite cette portion est rectifiée au moyen d'une colonne à six bulles, en en recueillant les produits qui passent jusqu'à 150°, est ces produits étaient ajoutés à la quantité de goudron obtenue.

Ce procédé a été modifié pour la dissociation des hydrocarbures, plus lourds, tels que le distillé lampant et l'huile à gaseification, en le simplifiant par le fait qu'on introduisait dans le flacon laveur, la substance même qui devait être pyrogénée.

A la suite des expériences faites, en sachant que le benzol et le toluol, ne sont presque pas modifiés par l'action pyrogénique, à la température à la quelle on travaillait, on pyrogénait la quantité d'hydrocarbure du flacon laveur, et on introduisait dans ce dernier, une autre quantité non employée.

Par ce moyen on supprime la distillation et le rectification de l'huile du flacon laveur. Avec cette occasion j'ai déterminé que pour une quantité d'hydrocarbure pyrogéné, il faut la même quantité dans le flacon laveur, et pour que le recuillement des hydrocarbures volatiles se fasse complètement, il est nécessaire que cette quantité soit partagée dans deux vases laveurs succesifs. Le résultat en ce qui concerne le rendement et la qualité des produits obtenus est la même par les deux procédés. Le gaz qui s'en degage à été mesuré en litres, ensuit, après avoir déterminé le poids d'un litre de gaz, on a calculé en grammes. De cette manière on a trouvé que la quantité du gaz avec la quantité de goudron ob-

tenu auxquels on ajoute le poids du coke qui se forme sur la paroi du tube en fer, additionnés ensemble donnent le poids de la quantité d'hydrocarbure dissocié, avec une perte variant entre 1—2gr. ‰.



Ainsi que nous l'avons dit plus haut, la marche de la dissociation dépend beaucoup de la température à laquelle on fait cette dissociation.

et du temps pendant lequel les vapeurs viennent en contact avec les parois rougies du tube; il était donc absolument nécessaire de connaître la température et de régler en même temps la marche de la dissociation. En ce qui concerne la rapidité avec laquelle le liquide s'écoule à travers le tube en fer. J'ai admis une goutte par seconde, en considérant à cet effet la longueur et le diamètre du tube rougi. Pour déterminer la température à l'intérieur du tube en fer, je me suis servi des petites pyramides SEGER. Après plusieurs essais et à différents intervalles pendant la journée, il a été déterminé que la température à l'intérieur du tube varie entre 740° — 770° C. Cette variation provient de la pression avec laquelle le gaz vient dans les brûleurs du fourneau. Ces variations de température ainsi qu'il a été constaté ne produisent aucune modification essentielle dans la marche de l'opération, et toutes les qualités que la quantité du goudron ne sont pas influencées.

LE GAZ.

Le gaz qui se dégage par la dissociation du pétrole brut et de ses dérivés, en ce qui concerne sa composition chimique ne varie pas d'un produit à un autre, de sorte que nous pouvons admettre comme chiffre moyen que ce gaz est composé de 25% d'hydrocarbures nonsaturés et de 75% d'hydrocarbures méthaniques et d'hydrogène. L'acide carbonique l'oxyde de carbone et les vapeurs ammoniacales manquent totalement dans la composition de ce gaz par raison que l'oxygène et l'azote entrent dans la composition du pétrole en quantités infiniment petites. En ce qui concerne l'hydrogène sulfuré sa présence est constatée dans la dissociation des pétroles riches en soufre. Les pétroles roumains ne contenant du soufre qu'en très petite quantité 0,18%-0,28% sa présence dans la composition du gaz est inappréciable.

Un simple lavage à l'eau purifie complètement le gaz des traces d'hydrogène sulfuré qu'il pourrait contenir. Le gaz produit de la sorte étant composé exclusivement d'hydrogène et d'hydrocarbures, a une grande force éclairante et peut être employé directement ou pour la carburation du gaz pauvre. Les recherches chimiques sur la composition du gaz ont été faites sommairement. On a déterminé seulement le rapport qui existe entre les hydrocarbures nonsaturés d'un part et les hydrocarbures méthaniques avec l'hydrogène d'un autre part, et de constater la présence de CO^2 de CO et de SH^2 . A cet effet je me suis servi d'une burette Bunté. Le poids d'un litre de gaz à la température ambiante a été déterminé à l'aide de l'appareil Chancel.

LE GOUDRON.

Pour les recherches auxquelles je me suis livré sur la composition des différents goudrons obtenus par la pyrogénéation du pétrole brut et de ses dérivés, j'ai adopté une méthode uniforme, afin de mieux pouvoir mettre en évidence le rapport qui existe entre la composition du goudron et la composition du corps dissocié dont il provient. J'ai mentionné plus haut que par la distillation et la rectification de l'huile lourde du vase laveur, nous obtenons une quantité d'hydrocarbure qui passe jusqu'à 150°, et qu'on ajoute au goudron, cette quantité représente de 6%—7%, et se compose en majeure partie de benzol et toluol entraînés par les gaz qui se dégagent. Après avoir déterminé la densité du goudron obtenu de la sorte, on l'introduit dans un ballon de fractionnement de deux litres; la quantité de goudron que je faisais distiller variait entre 1400—1500 gr. La distillation était faite au moyen du feu direct, sans l'intervention du vide ou des vapeurs surchauffées. Par cette distillation, le goudron était fractionné en cinq portions, à savoir :

I-re portion	—	180°
II	»	180°—200°
III	»	200°—275°
IV	»	275°—375°
V	»	le résidu

I-re Portion. Cette portion contient les hydrocarbures les plus volatils, afin de faire un commencement de séparation entre eux, on les a redistillés à nouveau dans un ballon pourvu d'une colonne de déflegmation à six bulles, et par ce moyen on les a divisés en trois fractions :

Fraction a)	75°—115°
» b)	115°—150°
c)	Reste.

Ce qui reste dans le ballon du fractionnement de la I-re portion on l'ajoute à la 2-me portion.

II Portion. Cette portion est à son tour redistillée dans un ballon pourvu d'une colonne de déflegmation à une seule bulle, et on la divise en deux fractions :

Fraction d)	150°—205°
» e)	Reste.

III Portion. Constitue la partie qui se distille entre 200°—275°; elle est composée d'une huile qui contient en suspens des hydrocarbures solides cristallisés. Ces hydrocarbures cristallisés sont en majeure partie de la naphthaline. L'huile est composée d'hydrocarbures homologues

contenant en dissolution des quantités appréciables de naphthaline. En filtrant cette portion à la trompe on a séparé la partie solide de la partie huileuse. Ces cristaux séparés de la sorte constituent la naphthaline brute. On mélange et on redistille de nouveau dans un ballon de fractionnement l'huile qui a passé par filtration, ainsi que le reste de la 2-me portion.

On recueille les produits qui passent entre 205°—235°. Ces produits contiennent des quantités appréciables de naphthaline qui se sépare par cristallisation au froid, et ensuite par une filtration à la trompe; on ajoute la naphthaline obtenue à la quantité première de naphthaline et l'huile qui s'est séparée par la filtration est ajoutée à l'huile restée dans le ballon. Par ce moyen la 3-me portion a été divisée en deux fraction-

Fraction f) Naphtaline brute.

» g) Huile de naphthaline.

IV Portion. Cette portion est distillée entre 275°—375°, et se compose d'une huile de couleur rouge foncé avec des fluorescences vertes, contenant en suspens des hydrocarbures solides de couleur jaune orange. En filtrant cette portion à la trompe on en extrait l'huile, et la partie solide qui reste sur le filtre, et qui a une consistance butireuse, est lavée a plusieurs reprises à l'alcool, et on en extrait une poudre jaune orange, que j'ai nommée anthracène brute.

L'alcool qui a servi au lavage et qui contient en dissolution une partie de l'huile est distillée à nouveau et on ajoute l'huile qui reste après l'évaporation complète de l'alcool à l'huile filtrée, on a nommé cette huile, huile d'anthracène. Par ce moyen cette 4-me portion a été divisée en deux fractions.

Fraction h) Anthracène brute.

» i) L'huile d'anthracène.

Dans cette portion obtenue par le fractionnement du goudron provenant de la pyrogénéation des huiles lourdes, j'ai remarqué qu'à partir de 375° il se produit un fort dégagement d'ammoniaque. Ceci serait un indice que les parties azotée du pétrole se concentrent dans les fractions les plus lourdes, et que la pyrogénéation donne naissance à des composés azotés facilement decomposables. Ce phénomène ne se produit pas à la distillation des huiles lourdes non pyrogénées.

V Portion. Cette fraction est formée de ce qui reste dans le ballon après la première distillation; elle se compose d'hydrocarbures solides contenant en mélange du carbone libre, elle a un aspect noir luisant et par le refroidissement devient cassante. Cette fraction a été divisée aussi en deux fractions:

Fraction j) Hydrocarbures solubles dans le benzol

» k) Carbone.

Afin de pouvoir mieux nous rendre compte de la nature des hydrocarbures qui constituent ces différentes fractions, elle ont été à leur tour distillées de 10^0 en 10^0 . Ce fractionnement nous a servi à constater si au point de vue de la qualité les hydrocarbures qui passent entre les mêmes limites de température, sont les mêmes pour les différents goudrons obtenus.

L'huile de naphthaline et l'huile d'anthracène obtenues par le moyen indiqué plus haut, contiennent aussi en dissolution des quantités assez appréciables d'hydrocarbures solides respectifs. Par un nouveau fractionnement du premier de 10^0 en 10^0 , et du second de 50^0 en 50^0 , on en extrait ces hydrocarbures qu'on ajoute aux premières quantités obtenues.

LES PRODUITS DE PYROGÉNATION DU PÉTROLE BRUT.

Pour étudier les produits qu'on obtient par la pyrogénéation du pétrole brut, d'après le moyen indiqué plus haut, on a pris un pétrole de Buștenari comme étant le plus commun des pétroles roumains. Ce pétrole avait une densité de 0,8625 à 15^0 C, et a été pris dans le réservoir commun. Les pétroles de Buștenari contiennent en moyen terme entre 17%—20% de benzine d'une densité de 0,720 à 15^0 C, 30%—35% de lampant et 45%—50% de résidu. Le rapport entre ces dérivés joue un rôle important sur la qualité du goudron, comme on pourra le voir dans ce qui suit.

Par la dissociation de ce pétrole à une température de 740^0 à 770^0 , on a obtenu les produits suivants :

	I	II	III	moyenne
Gaz	43,20%	45,15%	46,00%	44,78% en poids
Goudron	46,00 »	44,00 »	44,40 »	44,80 »
Coke + pertes	10,80 »	10,85 »	9,60 »	10,42 »

Pour le calcul de pourcentage du goudron on a ajouté aussi la quantité extrait par la distillation et la rectification de l'huile lourde des vases laveurs, ces quantités ont été de 7,20%; 6,40%; 6,80% en terme moyen 6,80%.

Le Gaz.

Le gaz qui se produit par la dissociation du pétrole brut de Buștenari a une odeur agréable à cause de petites quantités d'hydrocarbures aromatiques entraînés, et parceque l'hydrogène sulfuré est en trop petite quantité pour pouvoir se faire sentir; il brûle avec une flamme lumineuse et ne fume pas. En volume, le rendement est de 57,6 litres de gaz par

100 gr. de pétrole dissocié. Un litre de gaz à 22° pèse 0,7098 gr. sa composition est la suivante :

Hydrocarbures nonsaturés	26,16°/o c.m.c.
» méthaniques et hydrogène . . .	73,41 » »
Anhydrides carboniques	0,43 » »

Le Goudron.

Le goudron obtenu a une couleur brun noir, avec une odeur aromatique pénétrante. La densité est de 1,071 à 15° C. Par la distillation fractionnée selon la méthode indiquée plus haut; on en a obtenu les produits suivants.

Température	Poids spécifique	Rendement en poids
75°—115°	0,874	25,76°/o
115°—150°	0,877	4,20 »
150°—205°	0,913	2,71 »
Naphtaline brute . . .	—	8,67 »
Huile de naphtaline . .	1,016	9,49 »
Anthracène brut . . .	—	1,01 »
Huile d'anthracène . .	1,100	16,27 »
Réstes	—	28,94 »
Pertes	—	2,95 »

Afin de mieux connaître les hydrocarbures composants de ces fractions, en rapport avec les autres fractions obtenues par la dissociation des dérivés du pétrole, on les a de nouveau fractionnés chacun à part de 10° en 10°. Le fractionnement a été fait pour ceux à point d'ébullition bas, au moyen d'une colonne LEBEL à six bulles pour ceux à point d'ébullition dépassant 150°, ou a employé une colonne à 3 bulles. L'huile de naphtaline et l'huile d'anthracène ayant un point d'ébullition trop élevé, on été fractionnées sans colonne.

Fraction 75°—115°.

Température	Poids spécifique à 15°C.	% en poids
0°— 80°	0,869	10,18°/o
80°— 90°	0,879	61,07 »
90°—100°	0,876	13,40 »
100°—110°	0,896	10,50 »
Reste	—	4,02 »
Pertes	—	0,82 »

Ce qui est resté après 110° a été ajouté à la fraction qui suit.

Fraction 115°—150°.

Température	Poids spécifique à 15°C	% en poids
110°—120°	0,869	37,66%
120°—130°	0,869	20,79 »
130°—140°	0,876	19,48 »
Reste	visqueux	22,07 »

Ce qui est resté a été ajouté à la fraction suivante

Fraction 150°—205°.

Température	% en poids	Température	% en poids
140°—150°	31,25%	170°—180°	8,12%
150°—160°	14,58 »	Reste	35,63 »
160°—170°	10,42 »	Le reste a été ajouté à la frac-	

tionte suivante.

La fraction qui constitue l'huile d'anthracène a été fractionnée de 50° en 50°, et on a obtenu les produits suivants:

Température	% en poids	
200°—250°	7,14%	
250°—300°	18,07 »	
300°—350°	18,07 »	{ anthracène brut 6,30%
Reste	57,72 »	
		{ Huile 69,49 »

Rendement en principaux hydrocarbures.

Produits	% rapp: au goudron	% rapp: au pétrole brut.
Benzol+toluol (80°—110°)	20,41%	9,06% en poids
Xilène+homologues (110°—150°)	5,08 »	2,25 » »
Naphtaline brute	9,00 »	3,99 » »
Hidroc. arom. sup. (150°—300)	20,50 »	9,10 » »
Anthracène brut	2,02 »	0,89 » »
Huile d'anthracène	11,05 »	4,90 » »
Résidu	28,94 »	12,85 » »
Pertes	3,00 »	1,33 » »

PRODUITS DE LA PYROGÉNATION DE LA BENZINE BRUTE.

Densité à 15° C. 0,745.

Ayant soumise la benzine brut à l'action pyrogénique dans les mêmes conditions que le pétrole brut, on en a obtenu les produits suivants:

	I	II	III	IV	moyenne
Gaz	53,31 ⁰ / ₀	50,44 ⁰ / ₀	51,58 ⁰ / ₀	53,48 ⁰ / ₀	52,20 ⁰ / ₀ en poids
Goudron	41,00 »	40,50 »	41,00 »	41,00 »	40,90 »
Coke + pertes	5,69 »	9,06 »	7,42 »	5,52 »	6,90 »

Par la distillation et la rectification de l'huile lourde dans laquelle les hydrocarbures entraînés ont été recueilli, on a extrait en moyenne 6,37⁰/₀

Le Gaz.

Par la dissociation de la benzine il se produit en terme moyen 75,82 litres des gaz sur 100 gr. de benzine. Le poids d'un litre de gaz à 20° est de 0,6901. Sa composition est la suivante :

Hydrocarbures non saturés	26,12 ⁰ / ₀ .
» méthaniques et hydrogène	73,88 »

Le Goudron.

Le goudron obtenu par la dissociation de la benzine est plus fluide que celui obtenu du pétrole brut, a une odeur éthérique pénétrante et une densité de 0,987 à 10°C. Par la distillation fractionnée d'après la méthode adoptée, on en a obtenu les produits suivants :

Température	Densité	Rendement en poids
75°—115°	0,871	45,00 ⁰ / ₀
115°—150°	0,887	5,26 »
150°—205°	0,974	3,87 »
Naphtaline brute	—	10,71 »
Huile de Naphtaline	1,032	4,77 »
Anthracène brut	—	0,66 »
Huile d'Anthracène	1,028	11,86 »
Residu	—	14,50 »
Pertes	—	3,37 »

Chacune de ces fractions a été fractionnée à nouveau de la même sorte que les fractions correspondentes du pétrole brut.

Fraction 75°—115°.

Température	Densité	Rendement
—80°	0,863	13,42 ⁰ / ₀
80°—90°	0,874	65,62 »
90°—100°	0,870	6,00 »
100°—110°	0,869	8,64 »
Residu	—	5,00 »
Pertes	—	1,32 »

Fraction 115°—150°.

Température	Densité	Rendement
110°—120°	0,873	38,88 %
120°—130°	0,881	30,00 »
130°—140°	—	14,45 »
Résidu	visqueux	16,67 »

Fraction 150°—205°.

150°—160°	17,02 %	180°—190°	12,76 %
160°—170°	25,53 %	Reste	29,79 %
170°—180°	14,90 %		

Fraction 205°—275°.

190°—200°	6,94 %	230°—240°	13,89 %
200°—210°	6,94 »	240°—250°	13,94 »
210°—220°	9,72 »	250°—	21,94 »
220°—230°	15,27 »	Pertes	0,41 »

Fraction 275°—375°.

200°—250°	13,28 %		
250°—300°	24,47 »		
300°—350°	36,36 »	{	12,58 % anthracène brut
350°—	23,77 »		47,55 » huile d'anthracène
Pertes	2,12 »		

Rendement en principaux hydrocarbures.

Produit	% par rapp: au goudron	% par rapp: à la benzine
Benzol+toluol (80°—110°)	35,91	14,68 %
Xylène et homologues (110°—150°)	7,41	3,03 »
Naphtaline brute	10,71	4,38 »
Hydrocarb. arom. sup. (150°—300°)	20,36	8,32 »
Anthracène brut	2,14	0,87 »
Huile d'anthracène	5,60	2,29 »
Résidu	14,50	5,93 »
Pertes	3,37	1,37 »

PRODUITS DE LA PYROGÉNATION DU DISTILLÉ
LAMPANT.

Densité à 15° C. 0,8195.

Par la pyrogénéation du distillé lampant on a obtenu les produits suivants:

	I	II	III	moyenne
Gaz	44,85%	45,25%	43,00%	44,37%
Goudron	47,60 »	48,60 »	50,20 »	48,80 »
Coke et pertes	7,55 »	6,15 »	6,80 »	6,83 »

Par la rectification de l'huile lourde des flacons laveurs on a extrait en moyenne 5,66% d'hydrocarbures légères.

Le Gaz.

Le Gaz obtenu par la dissociation du distillé lampante à une odeur éthérique, la flamme en est lumineuse et ne fume pas. 100 gr. de distillé lampant produisent 57,94 litres de gaz. Un litre de Gaz pèse 0,7613 gr. à 20° C.

Le Goudron.

Le goudron obtenu a une densité de 1,017 à 19° C.; par la distillation fractionnée on en obtient les produits suivants:

Température	Densité	Rendement
75°—115°	0,873	29,17%
115°—150°	0,875	8,14 »
150°—205°	0,924	4,12 »
Naphtaline brute	—	8,05 »
Huile de naphtaline	1,010	10,92 »
Anthracène brut	—	0,53 »
Huile d'anthracène	1,081	15,04 »
Résidu	—	20,14 »
Pertes	—	3,89 »

Par la redistillation de ces fractions de 10° en 10° on obtient.

Fraction 75°—115°.

Température	Densité	Rendement
— 80°	—	3,07%
80°—90°	0,880	58,00 »
90°—100°	0,877	10,92 »
100°—110°	0,870	17,74 »
Reste	—	9,55 »
Pertes		0,72 »

Fraction 115°—150°.

Température	Densité	Rendement
110°—120°	0,870	17,00%
120°—130°	0,872	31,55 »
130°—140°	0,872	26,27 »
Reste	—	25,18 »

Dans cette fraction il est à remarquer que ce qui reste au dessus de 140°, se transforme par le refroidissement en une masse résineuse solide. Ce résidu en restant plus longuement en contact avec l'air s'oxyde. Pour le résidu resté de cette fraction obtenue de pétrole lampante, j'ai trouvé la composition suivante:

H=8,40%; C=76,32%; O=15,28%. Pour le résidu resté de cette fraction obtenue de la benzine. J'ai trouvé C=89,48%; H=7,67%; O=2,85%.

Ce résidu a été gardé dans un flacon fermé, en dehors du contact de l'air, c'est pourquoi le pourcentage en oxygène en est plus petit.

Fraction 205°—275°

200°	9,01%
200°—210°	6,55 »
210°—220°	6,55 »
220°—230°	12,30 »
230°—240°	23,00 »
240°—250°	12,00 »
250°—260°	5,73 »
260°—270°	4,45 »
Reste	20,41 »

Fraction 275°—375°

200°—250°	12,50%
250°—300°	19,04 »
300°—350°	30,35 »
Reste	38,11 »
De la fraction 300°—350° et du reste, on a extrait 5,95% d'anthracène brut et 62,51% d'huile.	

Rendement en principaux hydrocarbures.

Produit	% par rapp. au goudron	% par rapp. au lampant.
Benzol+toluol (80°—110°)	25,38%	12,38%
Xylène et homologues (110°—150°). 7,87 »	7,87 »	3,84 »
Naphtaline brute	8,05 »	3,92 »
Hydroc. arom. sup. (150°—300°). 9,00 »	9,00 »	4,39 »
Anthracène brut	1,41 »	0,69 »
Huile d'anthracène	24,26 »	11,83 »
Résidu	20,14 »	9,82 »
Pertes	3,89 »	1,89 »

PRODUITS DE PYROGÉNATION DE L'EXTRAIT AVEC SO² LIQUIDE, DU DISTILLÉ LAMPANT DE BUȘTENARI.

Densité à 15° C. 0,8690.

Par la pyrogénéation de cet extrait on a obtenue les produits suivants:

	I	II	III	moyenne
Gaz	27,97 ⁰ / ₀	33,14 ⁰ / ₀	31,83 ⁰ / ₀	30,88 ⁰ / ₀
Goudron	63,80 »	57,20 »	63,60 »	61,53 »
Coke+pertes	8,23 »	9,66 »	4,87 »	7,59 ⁰ »

Dans les flacons laveurs ou à capté en moyenne 3⁰/₄ d'hydrocarbures légères.

Le Gaz.

Le gaz produit a une odeur agréable, brûle sans fumer; 100 gr. d'extrait produisent 41,31 litres de gaz, qui à 18° pèse 0,746 gr. le litre. La composition est la suivante.

Hydrocarbures méthaniques et hydrogène	76,20 ⁰ / ₀ en vol.
» nonsaturés	19,85 » »
Anhydride carbonique	1,85 » »

Le Goudron.

Le goudron obtenu par la dissociation de l'extrait, a une odeur étherique pénétrante; sa densité à 15°C. est de 1,001. Par la distillation fractionnée on en obtient les produits suivants:

Température	Densité	Rendement
75°—115°	0,871	15,33 ⁰ / ₀
115°—150°	0,873	12,00 »
150°—205°	0,899	12,33 »
Naphtaline	—	8,00 »
Huile de naphtaline	1,005	14,00 »
Anthracène brut	—	1,20 »
Huile d'anthracène	—	16,33 »
Résidu	—	20,00 »
Pertes	—	0,81 »

En redistillant de 10° en 10° chacune de ces fractions on obtient.

Fraction 75°—115°.

0°— 80°	0,864	6,63 ⁰ / ₀
80°— 90°	0,879	30,61 »

90°—100°	0,875	21,93 »
100°—110°	0,869	11,73 »
Reste	0,868	26,53 »
Pertes	—	2,55 »

Fraction 115°—150°

110°—120°	0,870	28,07%
120°—130°	0,868	23,72 »
130°—140°	0,869	29,37 »
140°—150°	0,870	11,30 »
Reste	0,894	5,09 »
Pertes	—	2,45 »

Fraction 150°—205°.

— 150°	0,874	31,14%
150°—160°	0,879	19,12 »
160°—170°	0,887	12,02 »
170°—180°	0,901	10,93 »
180°—190°	—	3,27 »
190°—200°	—	4,37 »
Reste	—	18,03 »
Pertes	—	1,12 »

Fraction 205°—275°.

— 210°		2,47%
210°—220°	solide	7,42 »
220°—230°	solide	7,42 »
230°—240°	1,001	29,70 »
240°—250°	1,002	20,30 »
250°—260°	1,002	10,90 »
260°—270°	0,998	4,94 »
Reste	visqueux	16,85 »

Fraction 275°—375°.

200°—250°	0,973	12,04%
250°—300°	1,033	21,25 »
300°—350°	—	16,25 »
Reste	—	49,17 »
Pertes		1,29 »

Rendement en hydrocarbures principaux.

Le produit	% rapp. au goudron	% rapp. à l'extrait
Benzol+Toluol (80°—110°) . . .	11,20% . . .	6,89% ₀
Xylène+homologues (110°—150°) . . .	15,00 » . . .	9,23 »
Naphtaline brute	10,20 » . . .	6,27 »
Hydrocarb. arom. sup. (150°—300°) . . .	9,90 » . . .	6,09 »
Anthracène brut	1,80 » . . .	1,08 »
Huile d'Anthracène	30,00 » . . .	18,45 »
Résidu	20,00 » . . .	12,30 »
Pertes	2,00 » . . .	1,23 »

PRODUITS DE LA PYROGÉNATION DE L'HUILE SOLAIRE.

Densité à 15° C. 0,888.

Par la pyrogénéation de l'huile solaire on a obtenu les produits suivants:

	I	II	III	IV	Moyenne
Gaz	46,88% ₀	46,29% ₀	44,82% ₀	44,31% ₀	45,47% ₀
Goudron	47,66 »	47,03 »	50,33 »	52,66 »	49,42 »
Coke+pertes	5,86 »	6,68 »	4,85 »	5,03 »	5,11 »

Par la distillation du l'huile solaire du flacon laveur on en a extrait en termes moyenne 5.25%₀ des hydrocarbures légers.

LE GAZ.

Le gaz produit par la dissociation de l'huile solaire, brûle avec une flamme lumineuse; 100 gr. d'huile solaire produisent 59,5 litres de gaz, dont le poids est de 0,764 gr. pour un litre à 20° C. La composition est la suivante :

Hydrocarbures non saturés	25,00% ₀ en vol.
« méthaniques et Hydrogène	75,00 » »

LE GOUDRON.

Le goudron obtenu par la pyrogénéation du l'huile solaire, a une odeur éthérique pénétrante sa densité est de 1,067 à 15° C. Par la distillation fractionnée on en obtient les produits suivants.

Température	Densité à 15° C.	Rendement
75°—115°	0,876	20,16% ₀ en poids
115°—150°	0,880	2,83 » »
150°—205°	0,919	4,36 » »

Naphtaline brute	—	12,01% en poids
Huile de naphtaline	1,026	7,28 »
Anthracène brut	—	2,32 »
Huile d'Anthracène	1,100	22,78 »
Résidu	—	24,52 »
Pertes	—	3,74 »

Par la distillation de ces fraction de 10° en 10°, on obtient les produits suivant.

Fraction 75°—115°.

Température	Densité à 15° C.	Rendement
—80°	0,860	7,77% en poids
80°—90°	0,880	60,00 »
90°—100°	0,876	11,27 »
100°—110°	0,872	13,00 »
Reste	—	8,36 »

Fraction 115°—150°.

110°—120°	0,873	21,80% en poids
120°—130°	0,876	38,18 » »
130°—140°	0,874	21,81 » »
140°—150°	—	7,27 » »

Fraction 150°—205°.

Température	Densité à 15° C.	Rendement
140°—150°	0,884	25,00% en poids
150°—160°	—	1,50 » »
160°—180°	0,908	25,00 » »
180°—200°	—	1,17 » »

Fraction 205°—275°.

—230°	—	13,15% »
230°—240°	1,012	25,44 »
240°—250°	1,020	28,07 »
250°—260°	—	6,14 »
260°—270°	—	10,52 »

Fraction 275°—375°.

200°—250°	1,002	5,66% »
250°—300°	1,048	26,06 »
300—350°	1,000 anthr. brut 4,33	27,33 »
Reste	— huile	62,33 »

Rendement en principaux hydrocarbures.

Produits	% rapp. au goudron	% rapp. à huile solaire
Benzol+Toluol (80°—110°)	16,88% en poids .	8,34% en poids
Xylène et hamologues (110°—150°) .	4,65 »	2,30 »
Naphtaline brute	12,01 »	5,93 »
Hydrocarb. arom. supér. (150°—300°).	12,88 »	6,36 »
Anthracène brut	3,27 »	1,61 »
Huile d'Anthracène	22,05 »	10,90 »
Résidu	24,52 »	12,11 »
Pertes	3,74 »	1,84 »

Afin de compléter cette étude on a obtenu de la même manière les produits de pyrogénéation des huiles de graissage. Ainsi que du résidu de pétrole (pacoura, mazout). Les résultats en sont marqués au dernier tableau comparatif.

LES HYDROCARBURES COMPONENTS DES GOUDRONS OBTENUS PAR LA PYROGÉNATION DU PÉTROLE BRUT ET DE SES DÉRIVÉS.

Les goudrons obtenus par la pyrogénéation du pétrole brut et de ses dérivés, ne se distinguent entre eux qu'en ce qui concerne la proportion dans laquelle se trouvent certains hydrocarbures en rapport avec d'autres. En ce qui concerne leur constitution chimique, elle est la même dans tous les goudrons, quelque soit le dérivé du pétrole pyrogéné. Ceci s'explique par le fait, que ce sont les mêmes hydrocarbures plus ou moins supérieurs qui ont été pyrogénés. Comme dans la composition du pétrole, en dehors de C et H, les autres éléments chimiques ne se trouve qu'en quantités trop peu importantes, c'est à cause de cela que la présence des hydrocarbures contenant Az, O, ou de S, dans la composition du goudron, ne présentent aucune importance. Nous faisons une réserve sous ce rapport, sur les résultats qu'on obtiendrait par la pyrogénéation des pétroles bruts riches en soufre, comme le sont certains pétroles d'Amériques.

La composition élémentaire du pétrole étant réduit presque seulement à C et H, les hydrocarbures aromatiques obtenus par la pyrogénéation de ce produit seraient plus purs, en comparaison avec leurs similaires extraits du goudron de houille, surtout en ce qui concerne la présence du thiophène dans les hydrocarbures inférieurs et la présence de la paraffine dans les hydrocarbures supérieurs, comme il arrive par exemple avec l'anthracène, dans le quel la présence de petites quantités de paraffine très difficiles à éliminer, diminue la valeur industrielle de ce produit.

Dans les distillations faites, nous voyons que c'est dans la fraction

75°—115° que ce sont concentrées presque toutes les quantités de benzol et de toluol. Ceci peut être observé dans le fractionnement de 10° en 10° de cette portion. Dans les tableau ci joints on remarque que entre 80° et 90° il a passé 60°/o—65°/o de cette fraction, et cette portion a une densité de 0,8790 à 15° C., et se compose de 90°/o de benzol et le reste de 10°/o de toluol.

Afin de séparer le benzol du toluol on a commencé par un traitement successive des toutes les fractions avec de l'acide sulfurique concentré pour en extraire les hydrocarbures non saturés, qui s'y trouveraient éventuellement mélangés. Par ce traitement on a remarqué que la portion attaquée par l'acide sulfurique varie de 1—1½ °/o. Ensuite, chaque fraction neutralisée, lavée et séchée, a été soumise à une distillation fractionnée successive dans des limites de plus en plus restreintes. De cette façon, la fraction 75°—115° a été séparée en deux portion, l'une à point d'ébullition entre 80°—81°, et l'autre à point d'ébullition entre 110°—111°. On n'a pas trouvé entre ces deux fractions des hydrocarbures à point d'ébullition intermédiaire. Des hydrocarbures à point d'ébullition inférieur à 80° on a trouvé en très petite quantité.

Le benzol C_6H_6 . Cet hydrocarbure à été isolé de la fraction 80°—81° dont il est le composant. Par un nouveau traitement à l'acide sulfurique et une rédistillation au moyen d'une colonne à 6 bulles, on en a recueilli le produit qui distille à 80°,3 en faisant l'analyse élémentaire de ce produit on a trouvé:

Calculé	Trouvé
C = 92,32	C = 92,20
H = 7,68	H = 7,56

Par nitration on a obtenu les produits suivants:

Le mononitrobenzol $C_6H_5 \cdot NO_2$, ayant un point d'ébullition entre 205°—207°.

Le meta dinitrobenzol $C_6H_4 (NO_2)_2$ ayant un point de fusion à 89°—90°.

Le toluen $C_6H_5-CH_3$. Cet hydrocarbure a été isolé de la fraction qui distille entre 110° et 111° dont elle est le composant. En procédant de la même façon qu'avec le benzol, on a recueilli les produits qui distillent à 110°,5. En faisant l'analyse élémentaire on a trouvé:

Calculé	Trouvé
C = 91,30	C = 91,28
H = 8,70	H = 8,75

Par nitration on a obtenu le nitrotoluen $C_6H_4 \begin{matrix} \nearrow NO_2 \\ \searrow CH_3 \end{matrix}$ ortho et para.

Par filtration à la trompe on en a séparé le premier à point d'ébullition entre 223° et 235°, et l'autre solide à point de fusion entre 53° et 54°.

Le Xylène. $C_6H_4(CH_3)_2$ a été isolé par le fractionnement dans des limites de plus en plus restreintes de la fraction 115°—150° on en a recueilli le produit qui distille entre 139°—140°, qui est composé en majeure partie du dérivé meta. En faisant l'analyse élémentaire on a trouvé:

Calculé	Trouvé
C = 90,56	C = 90,42
H = 9,44	H = 9,46

La Naphtaline. La naphtaline brute qui a été séparée de l'huile par filtration à la trompe, a été distillée dans un ballon de fractionnement, en recueillant les produits qui ont passé entre 210°—213°, ensuite ce produit a été purifié par plusieurs cristallisations successives dans l'alcool. Le produit se présente sous la forme de cristaux incolores en tablettes à point de fusion entre 80°—81°. En faisant l'analyse élémentaire on a trouvé:

Calculé	Trouvé
C = 93,75	C = 93,65
H = 7,25	H = 6,30

L'anthracène. Cet hydrocarbure a gagné une très grande importance dans la préparation des couleurs, étant la matière première dans la synthèse de l'alizarine. L'anthracène brut a une valeur commerciale d'autant plus grande que le pourcentage en anthracène pur est plus élevé. Conséquemment on a tâché de déterminer la quantité d'anthracène pur qui se trouve dans l'anthracène brut obtenu par la distillation des goudrons sur les quel on a expérimenté. Cette détermination a été faite par la transformation de l'anthracène en anthraquinone en l'oxydant avec de l'acide chromique en solution acétique et en purifiant ensuite l'anthraquinone avec de l'acide sulfurique.

Le résultat de ces déterminations est le suivant. L'anthracène du goudron obtenu du pétrole brut contient 25,80% d'anthracène pur; obtenu de la benzine il contient 22,03%, du pétrole lampant 28,00% de l'extrait à SO_2 20,25% et de l'huile solaire 22,40%. Pour obtenir l'anthracène pur on a réduit l'anthracène ainsi obtenu, avec l'hydrogène en présence de la poudre de zinc.

L'anthracène ainsi obtenu a un point de fusion de 213°. En faisant l'analyse élémentaire on a obtenu:

Calculé	Trouvé
C = 94,38	C = 94,02
H = 5,62	H = 5,70

Le phénantrène. Par le traitement à l'alcool chaud de l'anthracène brut; cet hydrocarbure a été dissous en entier et ensuite on a séparé de cette dissolution l'hydrocarbure pur, par cristallisation successive. Le produit obtenu de la sorte se présente sous forme de cristaux incolores ayant le point de fusion à 99° . Outre ces hydrocarbures qui ont été isolés et déterminés, le goudron obtenu par la pyrogénéation du pétrole brut et de ses dérivés, contient aussi un nombre d'hydrocarbures homologues aux précédents.

A titre de simple observation, je remémore qu'au fractionnement de 10° en 10° de la portion 115° — 150° la distillation au moyen de la colonne ne va tout au plus que jusqu'à 140° , en laissant dans le ballon un résidu à odeur caractéristique, qui par le refroidissement se transforme en une masse consistante qui laissée en contact avec l'air devient solide et d'un aspect vitreux.

Le Résidu. L'asphalte qui reste dans le ballon à partir de 375° , et composée d'hydrocarbures riches en carbone et mélangé de carbone libre. La partie soluble dans le benzol qui représente les hydrocarbures supérieurs, forme 70% de la totalité du résidu; ce chiffre se rapporte au goudron obtenu par la pyrogénéation de l'extrait à SO^2 liquide. Ce résidu peut-être diversément utilisé, ainsi que celui qui reste de la distillation du goudron de houille.

OBSERVATIONS ET CONCLUSIONS.

Si nous tâchons d'établir une comparaison entre les produits de pyrogénéation du pétrole brut et de ses dérivés, nous remarquons ce qui suit: de tous les produits pyrogénés, les hydrocarbures extraits à l'aide de SO^2 liquide, du distillé lampant; et l'huile solaire, ont donné la plus grande quantité de goudron et la plus petite quantité de gaz, pendant que la benzine a donné au contraire la plus grande quantité de gaz et la plus petite quantité de goudron; ensuite vient le lampant et puis le pétrole brut. En ce qui concerne la benzine et le lampant ceci pourrait être expliqué par le fait que ces produits donnent naissance par la pyrogénéation à des hydrocarbures facilement volatiles, qui sont entraînés par le gaz qui se forme et de la sorte le débit de gaz est augmenté au détriment du goudron; pour le pétrole brut, comme il contient de la benzine et du lampant la quantité de goudron est aussi diminué, au plus de ce phénomène il y a le fait, que contenant aussi des parties lourdes ceci se transforme en coke qui se dépose sur les parois du tube, et diminue de la sorte le rendement.

En ce qui concerne la quantité des différents hydrocarbures qui se trouvent dans ces goudrons la proportion varie beaucoup: Ainsi l'huile

solaire et l'extrait à SO^2 , quoique donnant par la pyrogénéation la même quantité de goudron, on remarque toutefois que le goudron de l'huile solaire contient beaucoup plus de benzol et de toluol que celui obtenu par la pyrogénéation de l'extrait; ce phénomène est du à la composition chimique différente de ces deux produits.

L'extrait à SO^2 est composé en majeure partie d'hydrocarbures aromatiques à chaînes latérales. Par la dissociation à des températures de 740° à 770° , ces chaînes latérales ont été détachées du noyau. Ce détachement des chaînes latérales n'est pas allé assez loin, et c'est borné seulement à celles composées de plusieurs atomes de carbone, tandis que les radicaux méthylque sont restés fixés à leurs noyaux, car il a été constaté que ces radicaux sont plus stables et ont besoin d'une température plus élevée pour être détachés du noyau auquel ils ont substitués l'hydrogène.

Par conséquent la formation du benzol et du toluol à la pyrogénéation de l'extrait à SO^2 , est dû en majeure partie aux hydrocarbures acycliques qui se sont formés par leur détachement des noyaux benzéniques et qui par l'influence de la chaleur ont été transformés en hydrocarbures aromatiques. C'est ce qui explique aussi la quantité relativement petite de ces deux hydrocarbures, et en même temps la grande quantité, par rapport aux autres goudrons, des hydrocarbures qui distillent entre 115° et 205° . Ces hydrocarbures représentent dans les goudrons obtenus par la pyrogénéation de l'extrait, 24,33%, tandis que dans les autres goudrons le pourcentage varie entre 8% et 10%.

Le phénomène de la dissociation est tout autre pour l'huile solaire et les autres dérivés. Pour ceux-ci, les hydrocarbures acycliques prédominent, et comme dans toute réaction chimique ce sont les corps les plus stables qui prennent naissance, ici aussi c'est le benzol qui se formera en majeure partie, comme étant l'hydrocarbure aromatique la plus stable, et en second rang, le toluol et les autres homologues plus supérieurs. De même, la formation du benzol et du toluol dépend aussi de la nature des hydrocarbures acycliques dissociés, plus ces hydrocarbures seront inférieurs, plus facilement ils donneront naissance à ces deux hydrocarbures, ceci a été constaté à la dissociation de la benzine, qui a donné la plus grande quantité de ces hydrocarbures.

En ce qui concerne le rendement pour les autres hydrocarbures principaux, comme la naphthaline et l'anthracène brut, la différence n'est plus si prononcée: ainsi la proportion pour la naphthaline varie entre 8% et 12% et pour l'anthracène entre 1,50% et 2%, ce qui prouve que la nature des hydrocarbures dissociés s'ils sont cycliques ou acycliques, n'a aucune importance dans la formation de ces hydrocarbures, étant donné que ces hydrocarbures sont produits par la condensation des noyaux ben-

zeniques substitué. En admettant une succession de formation, nous pourrions dire que ces hydrocarbures prennent naissance⁶ en second rang, après que les hydrocarbures acycliques ont été transformés en hydrocarbures cycliques plus ou moins substitués, qui à leur tour ont donné naissance aux hydrocarbures à noyaux condensées. En ce qui concerne le rendement en naphthaline et anthracène, le goudron obtenu par la pyrogénéation des huiles lourdes et du résidu du pétrole (pacoura) font exception. Ce goudron ne donne que 3—4% de naphthaline et de 0,5—0,6% d'anthracène brut.

Du dernier tableau comparatif en exceptant la benzine et le lampant qui par eux même sont des produits commerciaux de valeur, nous pouvons déduire que le plus susceptible au point de vue technique et économique à être transformé en goudron par l'action pyrogénique, en vue de l'obtention des hydrocarbures aromatiques d'une valeur plus importante, c'est le produit qu'on extrait du distillé lampant avec SO_2 liquide. Le goudron obtenu de ce produit contient du benzol, du toluol et leurs homologues 26,20% hydrocarbures aromatiques ayant une valeur commerciale assez importante et en même temps le plus grande quantité de naphthaline et d'anthracène.

En ce qui concerne le rendement par rapport au goudron de houille, il est dix fois plus grand en hydrocarbures légers, double en ce qui concerne la naphthaline et égal en contenu d'anthracène, et il faut prendre en considération la pureté de ces dérivés qui les rend de beaucoup supérieur à leurs similaires du goudron de houille.

Une étude sur cette question plus approfondie au point de vue technique et économique, pourrait établir les bases d'une nouvelle industrie des dérivés du pétrole.

Genève 30 Mars, 1913.

Tableau comparatif entre les produits de pyrogénéation du pétrole brut et de ses dérivés.

PRODUITS	Pétrole brut	Benzine	Lampant	Extrait à SO_2	Huile solaire	Huiles lourdes	Résidu du pétrole
% Gaz . .	41,91 gr.	52,20 gr.	44,37 gr.	30,88 gr.	30,88 gr.	39,00 gr.	27,50 gr.
% Goudron.	44,40 »	40,90 »	48,80 »	61,53 »	61,53 »	41,00 »	41,25 »
% Coke et pertes . .	16,69 »	6,90 »	6,83 »	7,59 »	7,59 »	20,00 »	31,25 »

Produits de distillation des Goudrons. — Tableau comparatif.

Les Hydrocarbures	Densité à 15°C. des hydrocarbures obtenus de:							% en poids rapporté à la quantité de Goudron						
	Pétrole brut	Benzine	Lam-pant	Extrait à SO ₂	Huiles solaires	Huiles lourdes	Résidu du pétrole	Pétrole brut	Benzine	Lam-pant	Extrait à SO ₂	Huiles solaires	Huiles lourdes	Résidu du pétrole
Benzol et Toluol . .	0,874	0,871	0,873	0,871	0,876	0,875	0,874	25,76	45,00	29,17	15,33	20,16	17,90	19,49
Xylène et Homologues.	0,877	0,887	0,875	0,873	0,880	0,872	0,868	4,20	5,26	8,14	12,00	2,83	3,60	1,88
Hydrocarbures sup. .	0,913	0,974	0,924	0,899	0,919	0,942	0,961	2,71	3,87	4,12	12,33	4,36	3,40	5,53
Naphtaline brute . .	—	—	—	—	—	—	—	8,67	10,71	8,05	8,00	12,01	3,90	4,65
Huile de Naphtaline .	1,016	1,032	1,010	1,005	1,028	1,023	1,004	9,49	4,77	10,92	14,00	7,28	6,00	8,30
Anthracène brut . .	—	—	—	—	—	—	—	1,01	0,66	0,53	1,20	2,32	0,50	0,63
Huile d'Anthracène .	1,100	1,078	1,081	1,068	1,100	1,110	1,110	16,27	11,86	15,04	13,33	22,78	25,41	17,36
Résidus	—	—	—	—	—	—	—	28,94	14,50	20,14	20,00	24,52	39,00	41,00
Pertes	—	—	—	—	—	—	—	2,95	3,37	3,89	0,81	3,74	0,29	1,16

Produits de distillation de 10° en 10° des différentes fractions obtenues des goudrons.

Produits de distillation	Densité des produits de distillation à 15°C.					Pourcentage en poids				
	Pétrole brut	Benzine	Lampant	Extrait à SO ₂	Huile solaire	Pétrole brut	Benzine	Lampant	Extrait à SO ₂	Huile solaire
Fraction 75°—115°	— 80°	0,869	0,863	—	0,864	0,860	13,42	3,07	6,63	7,27
	80°— 90°	0,879	0,874	0,880	0,879	0,880	65,62	58,00	30,61	60,00
	90°—100°	0,876	0,870	0,877	0,875	0,876	6,00	10,92	21,93	11,27
	100°—110°	0,873	0,869	0,870	0,869	0,872	8,64	17,74	11,73	13,10
	Reste	0,896	—	—	0,868	—	5,00	9,55	26,53	8,36
Fraction 115°—150°	Pertes	—	—	—	—	—	1,32	0,72	2,55	—
	110°—120°	0,869	0,873	0,870	0,870	0,873	38,88	17,00	28,07	21,81
	120°—130°	0,869	0,881	0,872	0,868	0,876	30,00	31,55	23,72	38,18
	130°—140°	0,876	—	0,872	0,869	0,874	14,45	26,27	29,37	21,81
Fraction 150°—180°	140°—150°	—	—	—	0,870	—	16,67	25,18	11,30	7,27
	Reste	—	—	—	0,894	—	—	—	5,09	—
Fraction 180°—200°	Pertes	—	—	—	—	—	—	—	2,45	—

**Produits de la distillation de 10° en 10° des différents
fractions obtenues des Goudrons (suite).**

Température		Pourcentage en poids				
		Pétrole brut	Benzine	Lampant	Extrait à SO ₂	Huile solaire
Fraction 150°—205°	140°—150°	31,25	—	—	31,14	25,00
	150°—160°	14,58	17,02	—	19,12	1,50
	160°—170°	10,42	25,53	—	12,02	} 25,00
	170°—180°	8,12	14,90	—	10,93	
	180°—190°	—	12,76	—	3,27	} 1,17
	190°—200°	—	—	—	4,37	
	Reste	35,66	29,79	—	19,15	—
Fraction 205°—275°	180°—190°	} 11,18	—	} 9,01	} 2,47	} 13,15
	190°—200°		6,94			
	200°—210°		6,94			
	210°—220°	7,27	9,72	6,55	7,42	
	220°—230°	13,63	15,27	12,30	7,42	
	230°—240°	15,45	13,89	23,00	29,70	25,44
	240°—250°	9,09	13,94	12,00	20,30	28,07
	250°—260°	—	—	5,73	10,90	6,14
	260°—270°	42,75	—	4,45	4,94	10,52
	Reste	—	32,35	20,41	16,85	—
Fraction 275°—375°	200°—250°	7,14	13,28	12,50	12,04	5,66
	250°—300°	18,07	24,47	19,04	21,25	26,26
	300°—350°	18,07	36,36	30,35	16,25	27,33
	Reste	57,72	23,77	38,11	49,17	29,33
	Pertes	—	2,12	—	1,29	—

**Rendement en principaux hydrocarbures des Goudrons obtenus par la pyrogénéation
du pétrole brut et de ses dérivés par rapport au goudron de Houille.**

Hydrocarbures	Pourcentage rapporté a la quantité de goudron obtenu de						Pourcentage rapp. à la quantité d'hydroc. dissociée				
	Pétrole brut	Benzine	Lampant	Extrait à SO ²	Huile solaire	Houille ¹⁾	Pétrol brut	Benzine	Lampant	Extrait à SO ²	Huile solaire
Benzol et Homolog.	25,49	43,32	33,25	26,20	21,53	2,50	11,31	17,71	16,22	16,12	10,64
Phénol et Homolog.	—	—	—	—	—	2,00	—	—	—	—	—
Pyridin et bases Quin.	—	—	—	—	—	0,25	—	—	—	—	—
Naphtaline, Acénap- tène	9,00	10,71	8,05	10,20	12,01	6,00	3,99	4,38	3,92	6,27	5,93
Huiles lourdes . . .	31,55	25,96	33,26	39,90	34,93	20,00	14,00	10,61	16,22	24,54	17,26
Anthracène Phénant.	2,02	2,14	1,41	1,80	3,27	2,00	0,89	0,87	0,69	1,08	1,61
Résidu	28,94	14,50	20,14	20,00	24,52	62,00	12,85	5,93	9,82	12,30	12,11
Eau	—	—	—	—	—	4,00	—	—	—	—	—
Pertes	3,00	3,37	3,89	1,90	3,74	1,25	1,33	1,37	1,89	1,23	1,84

(1) D'après G. KRAEMER (Die Chemie des Steinkohlentheers, DR. G. SCHULTZ, pg. 35).

